

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

EP 99/07837



EPO - Munich  
32

- 8. Dez. 1999

4

**Bescheinigung**

REC'D 21 FEB 2000	
WIPO	PCT

Die Elenac GmbH in Kehl/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Wirbelschichtverfahren und Reaktor zur Behandlung  
von Katalysatoren und Katalysatorträgern"

am 15. Oktober 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol B 01 J 8/24 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 1. Dezember 1999  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

**Der Präsident**

Im Auftrag

*Waasmaier*  
Waasmaier

Aktenzeichen: 198 47 647.7

Elenac GmbH

15. Oktober 1998

NAE19980591 IB/AK/bj16

5

---

**Wirbelschichtverfahren und Reaktor zur Behandlung von  
Katalysatoren und Katalysatorträgern**

---

- 10 Die Erfindung betrifft ein Wirbelschichtverfahren, einen Reaktor zur Behandlung von Katalysatoren und Katalysatorträgern und die Verwendung der Verfahrensprodukte bei der Polyolefinherstellung.

- 15 Wenn auf perforierten Böden lagerndes feinkörniges Schüttgut von unten von Gasen durchströmt wird, stellt sich unter bestimmten Strömungsbedingungen ein Zustand ein, der dem einer kochenden Flüssigkeit ähnelt - die Schicht wirft Blasen auf, und die Teilchen des Schüttgutes befinden sich innerhalb der Schicht in einer ständigen, wirbelnden Auf- und Abbewegung und bleiben so gewissermaßen in der Schwebe. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von Fließbett, Wirbelbett oder
- 20 Wirbelschicht. Ein solcher Zustand entsteht, wenn ein bestimmter Grenzwert der Geschwindigkeit des von unten durchströmenden Gases gegen die Schwerkraft des Festteilchen erreicht wird. Dieser Punkt, an dem die ruhende in eine wirbelnde Schicht, das Festbett in eine Wirbelschicht übergeht, wird als Lockerungs- oder Wirbelpunkt bezeichnet. Das Erreichen dieses Punktes hängt von einer Reihe
- 25 physikalischer Faktoren ab; diese sind z.B. Dichte, Größe, Verteilung und Form der Teilchen und Eigenschaften des Wirbelfluids.

Die Wirbelschicht kann wie eine Flüssigkeit durch Öffnungen ausströmen, durch  
~~Rohre befördert werden, oder auf geneigter Unterlage, z.B. einer Förderrinne,~~  
abfließen. Bei weiterer Erhöhung der Geschwindigkeit des Wirbelfluids expandiert  
die Schicht immer stärker und es bilden sich Blasen. Oberhalb einer  
5 Grenzgeschwindigkeit werden die Teilchen als Flugstaub aus dem Behälter  
hinausgetragen, können aber in einem nachgeschalteten Abscheideorgan wieder vom  
Gasstrom separiert und dem Reaktor zugeführt werden.

Ein zweckmäßiges Abscheideorgan ist ein sogenannter Zyklon. Bei einem solchen  
10 Zyklon erfolgt die Abscheidung der Partikeln mit Hilfe der Zentrifugalkraft. Zyklone  
bestehen im Prinzip aus einem zylindrischen Gefäß mit konisch zulaufendem Boden,  
in das im oberen Bereich ein Staubluft-Eintrittsrohr tangential und ein Reinluft-  
Austrittsrohr vertikal hineinragen. Der tangential eintretende Gas/Staub-Strom  
induziert eine Wirbelströmung, wobei die größeren Staubteilchen durch die  
15 Zentrifugalkraft an die Wand des Zylinders geschleudert werden und von dort durch  
die Schwerkraft zu Boden sinken, von wo sie ausgetragen werden können. Der  
kreisende, vom Staub befreite Gaswirbel kehrt am Boden des Zyklons seine  
Richtung um und verläßt den Zyklon nach oben durch das Austrittsrohr zusammen  
mit eventuell feineren Partikeln, denn das Trennprinzip reicht nicht aus, um  
20 Feinstaub-Verunreinigungen vollständig zu beseitigen. Zyklone werden in der  
Technik vorwiegend zur Entstaubung eingesetzt.

Zyklone sind bei vielen Wirbelschichtverfahren eine wichtige Komponente.  
Wirbelschichtverfahren werden für eine große Anzahl von technischen Prozessen  
25 angewendet. Dabei kann der Feststoff der Wirbelschicht z.B. entweder als  
Katalysator (Fließbett-Katalysator) oder als Wärmeübertragungsmittel wirken, oder  
dieser kann selbst an der Reaktion teilnehmen. Wichtige Prozesse, die als  
Wirbelschichtverfahren ausgeführt werden sind:

- Gasphasenpolymerisation, Kohleverbrennung, Kohleverflüssigung und Fischer-Tropsch-Synthese, ~~katalytisches Cracken von Kohlenwasserstoffen~~, Rösten sulfidischer Erze, Kalzinieren von Tonerdehydrat, Kalkbrennen, Entschwefelung von Gasen, katalytische Dehydrierung benzinreicher Naphten-Fraktionen,
- 5 Destillation von Öl aus bituminösem Sand, Oxidation von Naphthalin zu Phthalsäureanhydrid an Vanadiumoxid, Beseitigung von Fluor bei der Phosphat-Gewinnung, Herstellung von Acrylnitril, Dichlorethan,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{TiCl}_4$ , Trocknung von Braunkohle und Granulaten (z.B. aus PVC, Salpeter, Kalisalzen, Holzmehl, Kochsalz, Farben, pharmazeutischen Präparaten, Insektiziden, selbst
- 10 Mikroorganismen), aromaschonende Trocknung oder Röstung von Nahrungs- und Genußmitteln (Bohnenkaffee, Kakao, Erdnüssen, Getreideprodukten, Maisstärke, Reis, Tee und vielen anderen), die Verbrennung von Abfällen, Müll, Sondermüll und Klärschlamm, oder physikalische Vorgänge wie die Abtrennung von kleinen Teilchen oder Mischen.
- 15
- Im folgenden sollen Wirbelschichtverfahren zur Behandlung von Katalysatoren, Initiatoren, Katalysatorträgern, Initiatorträgern und von mit Initiatoren oder Katalysatoren behandelten Trägermaterialien betrachtet werden. Obwohl streng definitionsgemäß zwischen Initiatoren und Katalysatoren differenziert werden muß,
- 20 sind nachstehend unter Katalysatoren auch Initiatoren zu verstehen (häufig ist nur schwer erkennbar, ob eine Reaktion initiiert oder katalysiert wird). Entsprechend werden im folgenden mit aktiven Komponenten - zum Beispiel Katalysatoren - behandelte Trägermaterialien auch als Katalysatoren bezeichnet.
- 25 Zur Behandlung von Katalysatorträgern oder Katalysatoren (zum Beispiel für deren Einsatz in der Olefinpolymerisation), werden Wirbelschichtreaktoren verwendet, bei denen die Partikeln durch einen nach oben gerichteten Gasstrom bewegt werden, mit dem diese in intensivem Stoff- und Wärmeaustausch stehen. Im zeitlichen Verlauf des Prozesses werden die Partikeln aufgeheizt und unterliegen einer physikalisch/-
- 30 chemischen Veränderung. Nach Beendigung der Umwandlung werden die Partikeln

abgekühlt und aus dem Reaktor entladen. Besondere Aufmerksamkeit legt man bei der Gestaltung der Reaktoren auf die:

---

- A) Gasverteilung am Eintritt
- 5 B) Abscheidung von feinen Partikeln aus dem Gasstrom, der den Reaktor verläßt
- C) Entladevorrichtung

zu A) (Gasverteilung)

Zur Verteilung des Gases werden flache, gewölbte oder geneigte Bleche in den unteren Bereich des Reaktors eingesetzt, wobei die Bleche mit verschiedenartigen  
5 Durchlässen für das Gas versehen sind. Diese Durchlässe sind im einfachsten Fall Bohrungen, können aber auch geeignete Einsätze sein, z.B. Glocken oder Schrauben. Zur zuverlässig gleichmäßigen Verteilung des Gases benötigt ein solcher Gasverteilerboden einen Druckverlust zwischen mindestens 10 und 20 mbar. Eine vorteilhafte Verteilung des Gases kann dadurch behindert werden, daß  
10 die Durchlässe für das Gas durch die Partikeln verstopfen.

Bei manchen Schüttungen, bestehend aus Partikeln bestimmter Materialien und Größe, wird bei der Einleitung von Gas in einen der beschriebenen Reaktoren das Phänomen der Kanalbildung beobachtet. Dabei bildet sich keine Wirbelschicht aus,  
15 sondern das Gas strömt durch die Durchlässe des Blechs senkrecht nach oben durch die Schüttung hindurch. Auch bei Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit des Gases verharren dann die Partikeln in der Schüttung.

Die Verteilung des Gases spielt auch bei der Behandlung von Partikeln mit Flüssigkeiten, die in die Wirbelschicht eingesprüht werden, eine Rolle. Diese  
20 Flüssigkeiten können z.B. als Binder für die Partikeln fungieren, welche so agglomerieren und während des Trocknens größere Agglomerate bilden. Eine optimale Verteilung der eingesprühten Flüssigkeit durch das Wirbelgas ist entscheidend, um einerseits die Agglomeration fester Teilchen und andererseits die Belagbildung an den Reaktorwänden durch Anlagerung von Feststoff zu vermeiden  
25 [Daizo Kunii, Octave Levenspiel, "Fluidization Engineering", Verlag Butterworth-Heinemann (Stoneham), zweite Auflage (1991), Seite 24].

zu B) (Abscheidung)

Am Auslaß des Reaktors wird das Gas über ein geeignetes Abscheideorgan geführt, mit dem man mitgerissene Partikeln abtrennt, um diese im Reaktor zu halten. Solche Abscheideorgane können Filterelemente sein, die direkt in den Reaktionsraum eingehängt werden. Der Nachteil dieser Filterelemente besteht darin, daß diese verstopfen und deshalb regelmäßig gereinigt oder ausgewechselt werden müssen. Vorteilhaft ist der Einsatz von einem Zyklonabscheider, der im wesentlichen wartungsfrei ist und im Gegensatz zu einem Filter die Fähigkeit hat, sehr feine Partikeln aus dem Reaktor herauszulassen und gröbere Partikeln zuverlässig zurückzuhalten. Diese Eigenschaft kann sich positiv auf die Qualität des erzeugten Wirbelgutes auswirken, da sehr feine Partikeln in einer späteren Anwendung oft unerwünscht sind. Kleinste Katalysatorpartikelchen können beispielsweise bei späteren Polymerisationen unerwünschte sogenannte hot-spots hervorrufen.

Zu C) (Entladen)

Katalysator oder Katalysatorträger werden nach Abschluß der Behandlung über geeignet zu sperrende Ventile aus dem Reaktor entladen. Die Öffnungen sind dabei in den Boden eingelassen, um den Anteil der im Reaktor verbleibenden Partikeln zu minimieren. Notwendigerweise müssen Katalysator oder Katalysatorträger beim Entladevorgang die Durchlässe des Gasverteilerbodens passieren. Dabei sollte das Gas weiter durch den Boden strömen können, um die Beweglichkeit der Partikeln sicherzustellen (letztere „rutschen“ nicht selbständig zum Auslaß, so daß die Benutzung des Wirbelgases während der Entleerung notwendig ist). Der Einsatz von Wirbelgas während der Entleerung behindert jedoch die vorteilhafte Verwendung eines Zyklonabscheiders:

Während des Entleerens sinkt der Stand des Wirbelbettes bis unterhalb des Ablaufrohres des Zyklons, und aufgrund der dadurch entstehenden Kurzschlusgase wird die Abscheideleistung des Zyklons stark herabgesetzt, so daß auch  
5 größere Partikeln aus dem Reaktor herausgetragen werden. Dies führt zwangsläufig zu Materialverlust.

Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß vorstehend beschriebene Reaktoren nicht vollständig entleert werden können, da auf den Böden stets Material verbleibt. Die  
10 Rückstände werden zusammen mit frischen Partikeln einem zweiten Durchgang unterworfen, so daß Material erzeugt wird, das unterschiedliche Verweilzeiten aufweist. Solches ist in der Regel von ungleichmäßiger, meist schlechterer Qualität als Material, das einheitliche Verweilzeiten aufweist.

15 Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, das vorstehend beschriebene Wirbelschichtverfahren zur Behandlung von Katalysatoren oder Katalysatorträgern so zu verbessern, daß keine Kanalbildung erfolgt, eine vorteilhafte Anwendung eines Zyklons möglich ist und eine zügige und zumindest nahezu vollständige, d.h. rückstandsfreie Entladung des Reaktors erfolgt.

20

Die Lösung dieser Aufgabe ist dann ein Verfahren zur Behandlung von Katalysatoren oder Katalysatorträgern durch

- 25 a) Einleitung und Verteilung von Gas in den unteren Bereich eines Katalysator- oder Katalysatorträger-Schüttgut enthaltenden Reaktors,
- b) Ausbildung einer Wirbelschicht im Reaktor,



c) Behandlung der Katalysator- oder Katalysatorträger-Partikeln in der Wirbelschicht und

---

d) Entladung des Reaktors,

5 wobei ein sich nach unten verjüngender Reaktorboden eingesetzt wird.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird zur Entfernung feinerer und/oder Zurückhaltung gröberer Partikeln ein Abscheideorgan eingesetzt.

10 Erfindungsgemäß wird auch eine Vorrichtung zur Durchführung dieses letzteren Verfahrens bereitgestellt, wobei diese folgende Einrichtungen enthält:

i) einen Reaktormantel mit einem sich nach unten verjüngenden, bevorzugt konisch ausgebildeten Reaktorboden,

15 ii) ein unterhalb des Reaktorbodens befindliches Rohr zur Gaseinleitung in den Reaktor, das mit einem Gaseinlaßrohr für den Gaseingang verbunden ist,

iii) eine unterhalb des Reaktorbodens befindliche Vorrichtung zur Entladung des Reaktors und

iv) ein oder mehrere Abscheideorgane.

20

Die erfinderische Lösung, für die Gasverteilung beim zugrundeliegenden Wirbelschichtverfahren einen sich nach unten verjüngenden Reaktorboden bereitzustellen, beruht vermutlich darauf, daß überraschenderweise die zu  
25 behandelnden Partikeln bei dem Verfahren kaum beschädigt oder deaktiviert werden. Mit sich nach unten verjüngenden Reaktorböden sind solche gemeint, deren

- Querschnittsfläche sich nach unten reduziert. Prinzipiell kommen symmetrische und unsymmetrische Formen in Frage. Geeignet ist zum Beispiel ein Pyramidenstumpf, insbesondere aber ein Kegelstumpf - also ein konisch ausgebildeter Reaktorboden. Bei Verwendung dieser sich nach unten verjüngenden Reaktorböden liegt neben der
- 5    Wirbelschicht stets eine im unteren Bereich des Bodens befindliche, die Mantelinnenseite umgebende Schüttung vor. In dieser findet laufend ein Austausch von Material statt, wobei Partikeln der Wirbelschicht auf die Schüttung gelangen und andererseits durch „Abrutschen“ von Partikeln in den Gaseinleitungsbereich Material aus der Schüttung abgeführt und der Wirbelschicht wieder zugeführt wird.
- 10   Durch die Wärmeübertragung von der Reaktorwand auf die Schüttung können in letzterer unerwünscht hohe Temperaturen auftreten. Mögliche Folgen wären z.B. Desaktivierung des Katalysators oder Sintervorgänge, durch die Agglomerate entstehen und/oder die Poren des Katalysators oder des Katalysatorträgers verstopfen.
- 15
- Diese Nachteile treten bei dem erfindungsgemäßen Verfahren nicht oder kaum auf - möglicherweise deshalb, da sich die Katalysator-Partikeln nur sehr kurzzeitig in der Schüttung aufhalten.
- 20   Vorteilhaft wirkt sich die Schüttung dadurch aus, daß Kanalbildung verhindert wird (das laufende Abrutschen von Partikeln an der Mantelwandung würde jeden "Kanal" sofort verschließen). Außerdem begünstigt die Schüttung aufgrund ihrer kegelförmigen Struktur die gleichmäßige Verteilung des Wirbelgases.
- 25   In der anliegenden Zeichnung sind dargestellt, in Fig. 1 ein Gasverteilerboden 1, eine Vorrichtung zur Entladung des Reaktors 3, Filterelemente 5, ein Gasauslaß 6, ein Gaseingang 7 und in Fig. 2 ein Reaktorboden 2, eine Vorrichtung zur Entladung des Reaktors 3, ein Zyklon 4, ein Gasauslaß 6, ein Gaseingang 7, ein Konusstumpf 8, ein Rohr zur Gaseinleitung in den Reaktor 9 ein Konuswinkel  $\alpha$  und ein Winkel  $\beta$ .

Da der erfindungsgemäße Reaktor (Fig. 2) im Gegensatz zu dem bisher üblicherweise verwendeten Reaktortyp (Fig.1) keinen Gasverteilerboden 1 aufweist, entfällt einerseits der Druckverlust, der damit verbunden wäre, und andererseits vereinfacht sich die Entleerung des Reaktors, die ohne die Aufstellung von Wirbelgas erfolgt. Der konisch ausgebildete Reaktorboden 2 ermöglicht es, Katalysator bzw. Katalysatorträger mit größerer Effizienz aus dem Reaktor auszu-  
5 schleusen, da dieser an der Wandung abrutscht und vollständig oder nahezu vollständig zur Entladevorrichtung 3 gelangt, ohne größere Rückstände im Reaktor zu hinterlassen. Die Entladung des Reaktors kann somit rückstandsfrei oder nahezu rückstandsfrei (d.h. zu mindestens 99%, bevorzugt zu mindestens 99,5% erfolgen). Es ist vorteilhaft, wenn der konische Reaktorboden 2 des Reaktors einen zwischen beiden inneren Mantelflächen gemessenen Konuswinkel  $\alpha$  von  $10^\circ$  bis  $120^\circ$ , bevorzugt von  $30^\circ$  bis  $80^\circ$  aufweist. Die Entladevorrichtung 3 (zum Beispiel ein  
10 Rohr) befindet sich in der Regel am unteren Ende des Rohrs 9, das zur Gaseinleitung in den Reaktor dient. Damit erfüllt auch das Rohr 9 teilweise eine Funktion zur Entladung des Reaktors. Die Entladung erfolgt in der Regel deutlich schneller als bei entsprechenden Reaktoren, die einen Gasverteilerboden 1 aufweisen.

Zur Abscheidung mitgerissener Partikeln kann der Kopf des Reaktors eine  
20 Querschnittserweiterung aufweisen. Zusätzliche Abscheideorgane können insbesondere im Bereich dieser Erweiterung angebracht werden.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Reaktors ist, daß als Abscheideorgan vorteilhaft ein Zyklon 4 verwendet werden kann, d.h., daß ohne  
25 Materialverlust beim Entleeren des Reaktors in Kauf nehmen zu müssen, ein effektiver und zuverlässiger Feingutaustrag ermöglicht wird. Die Nachteile der beim bisher üblicherweise verwendeten Verfahren eingesetzten Filterelemente 5, die sich unterhalb des Gasauslasses 6 befinden, sind einleitend beschrieben worden. Das

verwendete Abscheideorgan dient in jedem Fall dazu, feinere Partikeln zu entfernen und/oder gröbere zurückzuhalten.

---

5 Von Bedeutung ist auch die Einführung des Trägergases am Gaseingang 7. Da bei der Be- und Entladung möglichst keine Partikeln in den Gaseingang 7 gelangen sollen, sollte das entsprechende Einlaßrohr nach oben geneigt sein. Der Winkel  $\beta$ , der zwischen dem Gaseinlaßrohr des Gaseingangs 7 und der Vertikalen nach oben gemessen wird, beträgt insbesondere 20° bis 70°, bevorzugt 30° bis 60°.

10 Die im erfindungsgemäßen Verfahren behandelten Katalysatoren oder Katalysatorträger werden insbesondere bei der Olefinpolymerisation eingesetzt, wobei die zu behandelnden Partikeln in der Regel in Form von festen Partikeln dem Reaktor zugeführt werden. Solche Polyolefin-Katalysatoren enthalten häufig dotierte Trägermaterialien (zum Beispiel auf der Basis von Kieselgel). Als Aktivkomponenten dienen dabei zum Beispiel Übergangsmetalle wie Chrom oder 15 Titan. Trägermaterialien können beispielsweise oxidische Verbindungen, wie Silika, Alumina, Silika-Alumina, Zirkonia, Thoria, fluoriertes Silika, fluoriertes Alumina, fluoriertes Silika-Alumina, Boroxide oder deren Mischungen sein. Eine zusätzliche Oberflächenmodifikation der Trägermaterialien kann besonders vorteilhaft sein. Die Behandlung der Katalysatoren oder der Katalysatorträger ist in 20 der Regel eine Kalzinierung und/oder Aktivierung.

25 Während der Behandlung können neben dem durch den Gaseingang 7 eingeführten Trägergas (Wirbelgas) auch zusätzliche Gase und neben den ursprünglich vorgelegten Partikeln auch zusätzlicher Feststoff mit in die Wirbelschicht eingebracht werden. Diese Einbringung kann zu jedem Zeitpunkt des Prozesses und durch an beliebigen Orten angebrachte Zufuhrstellen erfolgen. Als zusätzliche Gase kommen beispielsweise Sauerstoff, Kohlendioxid oder Wasserdampf in Frage, während als zusätzliche Feststoffe beispielsweise Ammoniumhexafluorsilikat, unbehandelter Katalysatorträger oder Katalysatoren anderer physikalisch/chemischer

Struktur eingesetzt werden können. Außerdem können auch Flüssigkeiten, beispielsweise Wasser, in die Wirbelschicht eingesprüht werden. Somit können Flüssigkeiten, zusätzliche Feststoffe und/oder zusätzliche Gase mit in den Reaktor eingebracht werden.

5

Im folgenden wird die Behandlung gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren anhand von Ausführungsbeispielen näher beschrieben.

### Beispiel 1 (Kalzinierung)

10

In einem Reaktor aus Stahl mit einer Gesamthöhe von 4 m, 0,3 m Durchmesser (zylindrisch), einem Konuswinkel von 45° und einem lichten Durchmesser des am Konusstumpf 8 angebrachten Rohres 9 von 25 mm wurden 25 kg Katalysatorträger mit einem Schüttgewicht von 450 kg/m<sup>3</sup> und einer Partikelgrößenverteilung gemäß

15 Tabelle 1 behandelt. Dabei wurde der Reaktor über 6 Stunden von Umgebungstemperatur auf 600°C aufgeheizt, wobei N<sub>2</sub> als Wirbelgas benutzt wurde. Anschließend wurde der Reaktor 10 Stunden auf dieser Temperatur gehalten und danach abgekühlt. Die auf das leere Rohr bezogene Geschwindigkeit im zylindrischen Reaktorteil betrug dabei zwischen 4 cm/s und 8 cm/s. Nach dem Ende

20 des Vorgangs wurde das Wirbelgas abgestellt und der Katalysatorträger abgelassen. Nach dem Entleerungsvorgang verblieben ca. 0,05 kg Katalysatorträger (d.h. ca. 0,2%) im Reaktor, der an der Wandung als Staubbelaag anhaftete.

Tabelle 1

## Materialeigenschaften des Kieselgels ES70X®

5

Test	
Porenvolumen	1.69 cc/g
Oberfläche	320 m <sup>2</sup> /g
flüchtige Anteile	7.0 %
Soda (als Na <sub>2</sub> O)	500 ppm
Schüttdichte	300 g/l

10

## Partikelgrößenverteilung des Kieselgels ES70X® (Hersteller Crosfield Catalysts) vor und nach der Kalzinierung

Material	Behandlung	Median $\mu\text{m}$	< 20,2 $\mu\text{m}$	< 32 $\mu\text{m}$	> 80,7 $\mu\text{m}$
ES70X® (Silikat mit ca. 99,3% SiO <sub>2</sub> )	unbehandelt	40.0	1.0	18.5	0.2
	10 h ausheizen bei 600 °C und N <sub>2</sub>	40.5	1.1	19.1	0.1

15

(Meßmethode: Coulter Counter, Vorbehandlung: 30 sec Ultraschall, Elektrolyt: 49.5 % Wasser, 49.5 % Glycerin, 1% NaCl, Kapillare: 560  $\mu\text{m}$ , Betriebsart: manuell)

**Beispiel 2 (Aktivierung)**

In einem Reaktor aus Stahl mit einer Gesamthöhe von 5 m, 0,6 m Durchmesser (zylindrisch), einem Konuswinkel von  $45^\circ$  und einem lichten Durchmesser des am  
5 Konusstumpf 8 angebrachten Rohres 9 von 51 mm wurden 200 kg Katalysator mit einem Schüttgewicht von  $420 \text{ kg/m}^3$  und einer Partikelgrößenverteilung gemäß Tabelle 2 aktiviert. Dabei wurde der Apparat über 10 Stunden von Umgebungstemperatur auf  $705^\circ\text{C}$  aufgeheizt, wobei Luft als Wirbelgas benutzt wurde. Anschließend wurde der Apparat für 10 Stunden auf dieser Temperatur  
10 gehalten und danach abgekühlt. Während der Abkühlphase wurde auf Stickstoff als Wirbelgas umgestellt. Die auf das leere Rohr bezogene Geschwindigkeit im zylindrischen Reaktorteil betrug dabei  $5 \text{ cm/s} - 10 \text{ cm/s}$ . Nach dem Ende des Vorgangs wurde das Wirbelgas abgestellt und der Katalysator abgelassen. Nach dem Entleerungsvorgang verblieben ca. 0,1 kg Katalysator (d.h. etwa 0,05%) im Reaktor.

15

**Vergleichsbeispiel V2 (Aktivierung)**

In einem Reaktor mit 5,5 m Gesamthöhe, einem Durchmesser von 0,6 m und einem horizontalen Gasverteilerboden mit zylindrischen Bohrungen (Lochblech), wurden  
20 125 kg Katalysator des Typs aus Beispiel 2 aktiviert. Dabei wurde der Apparat 10 Stunden von Umgebungstemperatur auf  $705^\circ\text{C}$  aufgeheizt, wobei Luft als Wirbelgas benutzt wurde. Anschließend wurde der Apparat für 10 Stunden auf dieser Temperatur gehalten und danach abgekühlt. Während der Abkühlphase wurde auf Stickstoff als Wirbelgas umgestellt. Die auf das leere Rohr bezogene  
25 Geschwindigkeit im zylindrischen Reaktorteil betrug dabei  $5 \text{ cm/s} - 10 \text{ cm/s}$ . Nach dem Ende des Vorgangs wurde der Katalysator über ein zentral angebrachtes Auslaßrohr abgelassen. Nach dem Entleervorgang verblieben 5,2 kg (d.h. etwa 4%) auf dem Verteilerboden.

**Tabelle 2**

## 5 Materialeigenschaften des Katalysators Sylopol 969 IDW®

Test	Kaufware	nach der Aktivierung
Porenvolumen cc/g	1.24	1.24
Oberfläche m <sup>2</sup> /g	316	nicht bestimmt
flüchtige Anteile, %	6.1	nicht bestimmt
Na <sub>2</sub> O, %	0.08	nicht bestimmt
Schüttdichte, g/l	nicht bestimmt	329

10

Partikelgrößenverteilung des Katalysators Sylopol 969 IDW® (Hersteller Grace GmbH) vor und nach der Aktivierung.

Material	Behandlung	Median $\mu\text{m}$	< 20,2 $\mu\text{m}$	< 32 $\mu\text{m}$	> 80,7 $\mu\text{m}$
Sylopol 969 IDW® (Silikat mit ca. 98% SiO <sub>2</sub> und ca. 1% Cr)	unbehandelt	56.2	0.8	8.3	14.1
	10 h ausheizen bei 705 °C	51.5	0.8	9.0	5.8

15

(Meßmethode: Coulter Counter, Vorbehandlung: 30 sec Ultraschall, Elektrolyt: 49.5 % Wasser, 49.5 % Glycerin, 1% NaCl, Kapillare: 560  $\mu\text{m}$ , Betriebsart: manuell)

20



Elenac GmbH

15. Oktober 1998

NAE19980591 IB/AK/bj16

5

**Patentansprüche**

## 1. Verfahren zur Behandlung von Katalysatoren oder Katalysatorträgern durch

- 10 a) Einleitung und Verteilung von Gas in den unteren Bereich eines Katalysator- oder Katalysatorträger-Schüttgut enthaltenden Reaktors,
- b) Ausbildung einer Wirbelschicht im Reaktor,
- 15 c) Behandlung der Katalysator- oder der Katalysatorträger-Partikeln in der Wirbelschicht und
- d) Entladung des Reaktors,
- 20 wobei ein sich nach unten verjüngender Reaktorboden (2) eingesetzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich zur Entfernung feinerer und/oder Zurückhaltung gröberer Partikeln ein oder mehrere Abscheideorgane eingesetzt werden.

25

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Abscheideorgan(e) ein oder mehrere Zyklone (4) verwendet werden.

- 
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Entladung des Reaktors (Stufe d) rückstandsfrei oder nahezu rückstandsfrei erfolgt.
- 5
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Behandlung des Katalysators oder des Katalysatorträgers (Stufe c) eine Aktivierung und/oder eine Kalzinierung ist.
- 10 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß auch Flüssigkeiten und/oder zusätzliche Feststoffe und/oder zusätzliche Gase in die Wirbelschicht eingebracht werden.
- 15 7. Verwendung der in dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 behandelten Katalysatoren oder Katalysatorträger zur Herstellung von Polyolefinen.
8. Reaktor zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 2 bis 6, enthaltend folgende Einrichtungen:
- 20 i) einen Reaktormantel mit einem sich nach unten verjüngenden, bevorzugt konisch ausgebildeten Reaktorboden (2),
- ii) ein unterhalb des Reaktorbodens (2) befindliches Rohr (9) zur Gaseinleitung in den Reaktor, das mit einem Gaseinlaßrohr für den Gaseingang (7) verbunden ist,
- 25 iii) eine unterhalb des Reaktorbodens befindliche Vorrichtung zur Entladung des Reaktors (3) und
- iv) ein Abscheideorgan.

- 
9. Reaktor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der sich nach unten verjüngende Reaktorboden (2) konisch ausgebildet ist.
- 5 10. Reaktor nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der konisch ausgebildete Reaktorboden (2) einen zwischen den beiden inneren Mantelflächen gemessenen Konuswinkel  $\alpha$  von  $10^\circ$  -  $120^\circ$ , bevorzugt von  $30^\circ$  -  $80^\circ$  aufweist.
- 10 11. Reaktor nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel  $\beta$ , der zwischen dem Gaseinlaßrohr des Gaseingangs (7) und der Vertikalen nach oben gemessen wird,  $20^\circ$  -  $70^\circ$ , bevorzugt  $30^\circ$  -  $60^\circ$  beträgt.
- 15 12. Reaktor nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß als Abscheidorgan ein Zyklon eingesetzt wird.

Elenac GmbH

15. Oktober 1998

NAE19980591 IB/AK/bj16

**Zusammenfassung**

5

Verfahren zur Behandlung von Katalysatoren oder Katalysatorträgern durch a) Einleitung und Verteilung von Gas in den unteren Bereich eines Katalysator- oder Katalysatorträger-Schüttgut enthaltenden Reaktors, b) Ausbildung einer Wirbelschicht im Reaktor, c) Behandlung der Partikeln in der Wirbelschicht, dabei Entfernung feinerer und/oder Zurückhaltung gröberer Partikeln durch ein Abscheideorgan und (d) Entladung des Reaktors. Dabei wird ein sich nach unten verjüngender Reaktorboden eingesetzt.

15

(Fig. 2)

Fig. 2

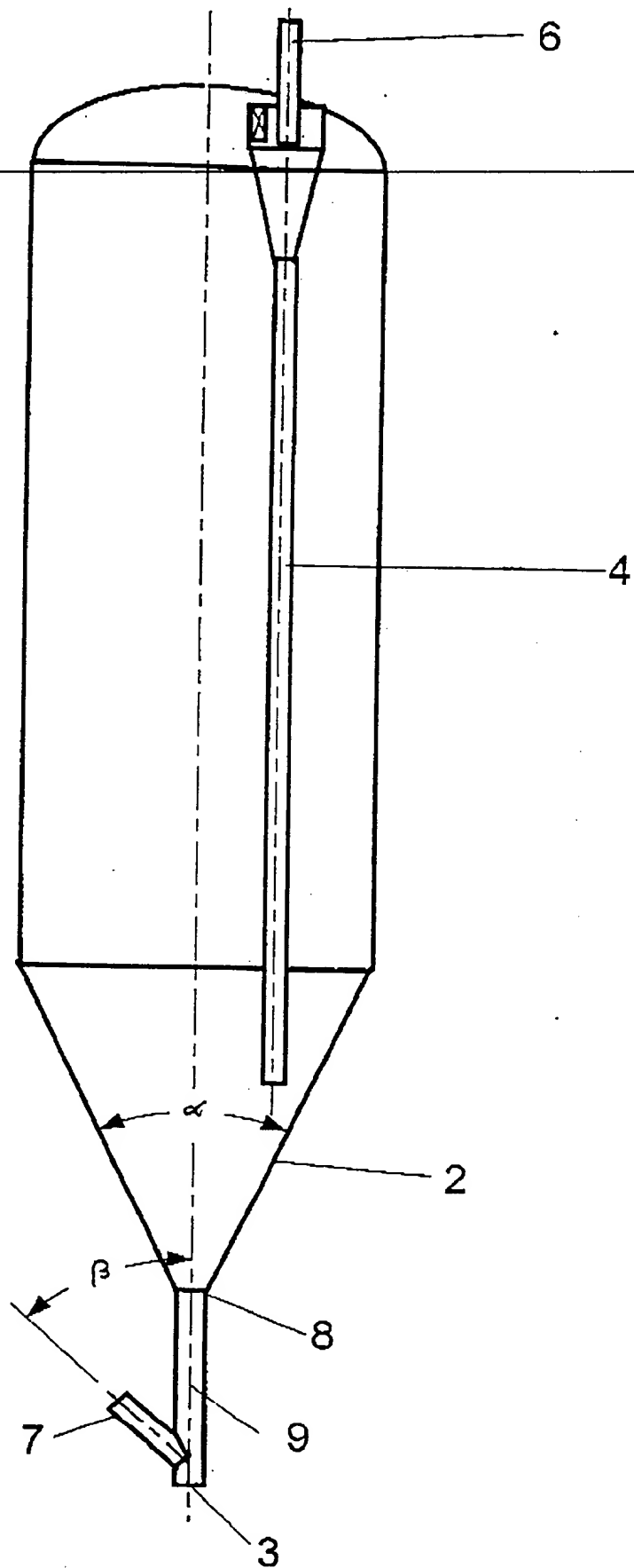


Fig. 1

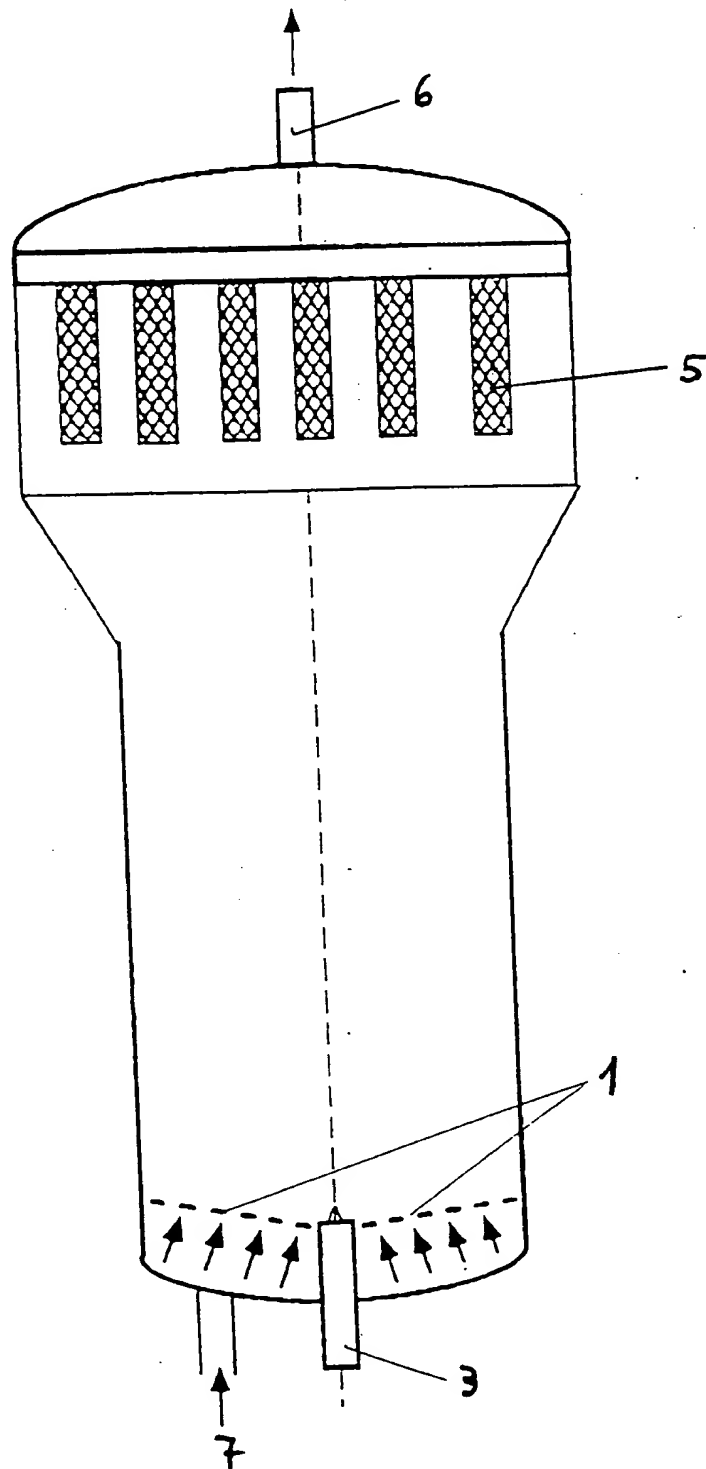


Fig. 2

